

Filtration en réacteur à lit fibreux séquentiellement renouvelé.

FARINET Jean Luc^{a*}, GUYONVARCH Alain^b, FOREST Francis^a

^a CIRAD, UR Recyclage et risque

TA B-78/01, Avenue d'Agropolis, F34398 Montpellier cedex 05

^b INVIVO NSA

Talhouet, BP 234, F56006 Vannes cedex

Résumé

La filtration en réacteur à lit fibreux vise à utiliser les déchets lignocellulosiques pour assurer une première étape de filtration mécanique des effluents chargés. Le réacteur cylindrique horizontal est équipé de dispositifs permettant le renouvellement séquentiel du lit fibreux pour s'affranchir des problèmes de colmatage. L'application particulière du procédé à la filtration du lisier de porcs sur de la paille de blé a été étudiée en réacteur pilote. L'efficacité de filtration des MES est indépendante de la concentration à l'entrée ce qui traduirait une cinétique apparente linéaire des processus de rétention. Au régime nominal, la consommation de paille et la production de fumier s'établissent respectivement à $16,8 \pm 0,2$ et $119 \pm 1,0$ kg.m⁻³ lisier. L'abattement moyen des principaux facteurs de pollution est de 28,8% sur la DCO, 23,4% sur l'azote, 53,6% sur le phosphore, 30,4% sur le cuivre et 38,5% sur le zinc. Le lisier filtré peut ensuite subir un traitement complémentaire par nitrification-dénitrification biologique. Avec un rapport C/N de 10 et une formulation N-P-K de type 6-3-3, le fumier produit peut être épandu directement sur les sols cultivés.

Mots-clés : lisier de porcs, paille, filtration, fumier, polluants

1. Introduction

La politique de l'Union Européenne encourage l'utilisation des traitements biologiques pour limiter la quantité de déchets organiques mis en décharge ou incinérés. En plus du changement climatique et des questions énergétiques, la valorisation des déchets organiques est également d'une importance prépondérante pour l'agriculture. En effet, la qualité des sols diminue rapidement dans de nombreuses régions du monde. La Commission européenne estime que 45 % des sols européens, principalement en Europe du Sud, ont une teneur réduite en matière organique. En Afrique, environ 6,3 millions d'hectares de terres agricoles dégradées ont perdu leur fertilité et leur capacité à retenir l'eau (FAO, 2011). Le recyclage agricole des déchets organiques fait l'objet d'un intérêt accru, notamment à travers le compostage. Ainsi, le compost appartient aux catégories de sous produits que la directive cadre sur les déchets n°2008/98/CE reconnaît comme candidates à un statut de produit ou "end-of-waste" (Watkins et al., 2013).

Dans les exploitations d'élevage intensif ou les agro-industries, les déchets organiques consistent en des effluents de consistance semi-solide ou liquide, qui contiennent de grandes quantités de composés organiques et minéraux en suspension. Il en est de même pour les boues issues de l'épuration des eaux usées urbaines. La valorisation agricole de ces effluents par épandage est très réglementée car elle n'est pas sans danger pour l'environnement (Kelessidis et Stasinakis, 2012). Des plans d'épandage sont nécessaires et leur respect implique parfois des traitements pour réduire la concentration des effluents en matière organique, en certains minéraux, en métaux ou en germes pathogènes (Burton et Turner, 2003). La séparation solide-liquide est un traitement efficace (Burton, 2007) qui permet d'obtenir d'une part un effluent moins concentré, ou éluât, susceptible de respecter la réglementation d'épandage et d'autre part, une fraction solide, ou concentrât, qui pourra être valorisée sous forme de compost. Ce concept est largement utilisé pour les boues d'épuration, l'éluât étant dans ce cas recyclé en tête de station

* Auteur à qui la correspondance devrait être adressée : jean-luc.farinet@cirad.fr

d'épuration et le concentrât étant épandu directement ou composté avec des déchets lignocellulosiques (Cukjati et al., 2012).

La présence concomitante de déchets lignocellulosiques et d'effluents chargés est notée dans de nombreuses activités industrielles ou agricoles : lisier et paille de céréale dans les exploitations d'élevage, vinasse et bagasse dans les sucreries de canne ou encore boue d'épuration et déchets verts dans les collectivités. Plutôt que de recourir à ces déchets fibreux en aval de la séparation solide-liquide de l'effluent, l'originalité de nos travaux consiste à les utiliser directement dans le processus de séparation. Ainsi, l'objectif de la filtration en réacteur à lit fibreux est d'utiliser les déchets lignocellulosiques pour assurer la filtration mécanique des effluents chargés en matières en suspension. Il s'agit d'une filtration dans la masse qui impliquerait cinq principaux mécanismes de rétention : impaction, interception, diffusion, coagulation et adsorption (Liu et al., 2006). Dans la plupart des études publiées, les milieux fibreux testés sont de nature synthétique. Peu de résultats sont disponibles sur l'emploi en filtration de fibres végétales à dominante lignocellulosique. On signalera les travaux de Zhang et Lorimor (2000) qui ont utilisé des pailles d'orge, de soja et de maïs pour filtrer du lisier de porc. L'efficacité par rapport à la concentration en matière sèche (MS) du lisier variait entre 29 et 41% pour une densité du lit fibreux de l'ordre de 25 kg.m^{-3} . Riahi et al. (2009) ont eux utilisé des fibres de palmier dattier pour filtrer des eaux usées domestiques. Pour une vitesse de passage en fût vide de $0,25 \text{ m.h}^{-1}$, l'efficacité atteignait 81 et 58%, respectivement sur les concentrations en demande chimique en oxygène et en orthophosphates. Sur le plan hydrodynamique, la dégradation d'énergie à la traversée d'un lit fibreux constitué de paille de blé s'apparente à celle observée pour un milieu granulaire. L'équation d'Ergun est vérifiée mais, compte tenu d'une porosité beaucoup plus élevée du lit fibreux, les paramètres de Kozeny et Burke-Plummer prennent des valeurs très élevées par rapport à celles observées en milieu granulaire (Elmaleh et Farinet, 1995).

Selon notre procédé schématisé figure 1, le lit fibreux constitué de paille de céréale est compacté dans un réacteur cylindrique horizontal. Cette phase solide progresse séquentiellement dans le réacteur, à contre courant de l'effluent à traiter qui s'écoule par simple gravité. Ainsi, le renouvellement partiel du lit fibreux permet de s'affranchir des problèmes de colmatage. Le retentât évacué, humide et qui contient la paille et les particules retenues, est assimilable à un fumier paillieux.

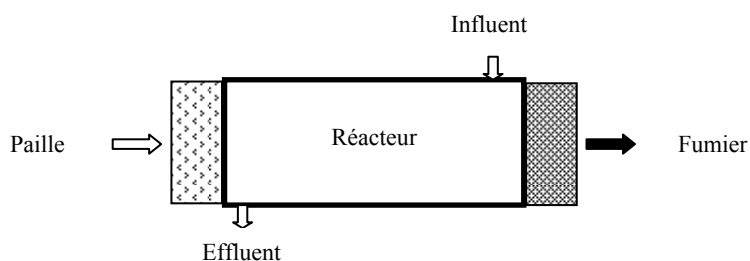


Figure 1. Schéma de principe du réacteur de filtration sur paille

L'objectif de nos travaux consistait à expérimenter une application particulière du procédé pour le prétraitement du lisier de porcs. Les essais ont été réalisés au sein d'une unité pilote implantée dans un élevage en région Bretagne. Cette exploitation agricole était confrontée, comme beaucoup d'autres dans cette région, à un excédent de minéraux et métaux issus de son lisier par rapport à la surface cultivée. Cette situation est à l'origine des nombreux problèmes de pollution observés dans cette région. Un traitement du lisier est alors nécessaire pour réduire sa concentration, notamment en azote, phosphore, cuivre et zinc (Gitton et Hurvois, 1999). Il s'agissait donc de déterminer l'abattement de ces principaux facteurs de pollution lors de la filtration du lisier sur de la paille.

2. Technique expérimentale

2.1 L'unité pilote de traitement du lisier

L'unité pilote de traitement du lisier de porcs comprend :

- une fosse d'alimentation équipée d'un dispositif d'homogénéisation et d'une pompe volumétrique,
- un premier prétraitement du lisier par tamisage,

- un second prétraitement par le réacteur de filtration sur paille,
- une fosse de reprise du lisier prétraité,
- un réacteur de nitrification-dénitrification,
- une fosse de stockage du lisier traité,
- une plateforme de compostage des refus de tamisage et du fumier issu de la filtration.

Le lisier brut est amené des différentes fosses de stockage de l'élevage jusqu'à la fosse d'alimentation à l'aide d'une tonne à lisier. Les arrivages de lisier brut se font selon un protocole garantissant une certaine régularité de la composition du lisier dans la fosse. Le tamisage qui précède le réacteur de filtration permet de séparer les matières en suspension les plus grossières et les soies de porc. En aval de la filtration, la nitrification-dénitrification biologique a pour objectif d'extraire l'azote ammoniacal du lisier sous la forme d'azote gazeux non polluant. A l'issue du traitement, le lisier est stocké dans l'attente d'un épandage sur les terres de l'exploitation. Le compost est destiné à être utilisé sur les parcelles de l'exploitation non épandables en lisier, le solde étant exporté vers d'autres utilisateurs. En fonction de la quantité de lisier à traiter, l'unité pilote fonctionne pendant 1 à 12 heures par jour avec un débit d'alimentation en lisier constant fixé à $0,8 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

2.2 Le réacteur de filtration

Le réacteur de filtration est constitué d'un cylindre métallique équipé à une extrémité d'un dispositif mécanique de chargement de la paille et à l'autre extrémité d'un mécanisme d'extraction du fumier. Le diamètre du cylindre est de 2,5 m et la longueur utile de filtration de 3,0 m. La filtration du lisier s'effectue avec une vitesse de passage en fut vide de l'ordre de $0,15 \text{ m} \cdot \text{h}^{-1}$. L'introduction de paille dans le réacteur, avec évacuation simultanée du fumier, est effectuée une fois par jour et au maximum sur 6 jours par semaine. Dans ce type de réacteur tubulaire, la phase solide est en ségrégation totale et la masse introduite lors de chaque chargement détermine le taux de compaction de la paille et donc la porosité initiale du milieu (Elmaleh et al., 1992). Ainsi en régime permanent, chaque charge de 150 kg de paille provoque l'évacuation d'un volume de fumier équivalent à 16% du volume utile du réacteur. Le contenu du réacteur est donc théoriquement renouvelé tous les 6,25 chargements.

2.3 Mesures et analyses

Les débits entrée/sortie de lisier sur chaque poste de l'unité pilote sont mesurés en continu par des débitmètres électromagnétiques. La densité du lisier en entrée/sortie du réacteur de filtration est très proches de 1 et en conséquence, les débits volumiques sont assimilés à des débit massiques. Les quantités de paille et de fumier sont pesées à l'aide de capteurs lors de chaque introduction/évacuation. Des échantillons de lisier sont prélevés chaque jour à l'entrée et à la sortie du réacteur. Les échantillons sont conservés à 4°C et réunis pour former des composites hebdomadaires qui sont envoyés au laboratoire d'analyse. Un échantillon de fumier est prélevé chaque semaine tandis que la paille est échantillonnée une fois par mois. Les déterminations analytiques portent sur :

- la matière sèche (MS), par séchage à 105°C jusqu'à poids constant
- la matière en suspension (MES), par centrifugation (sur lisier)
- la matière organique ou volatile (MO), déduite de la calcination de la MS à 550°C
- la demande chimique en oxygène (DCO), suivant NF T 90 101 (sur lisier)
- l'azote total (Nt) suivant la méthode Kjeldahl
- le phosphore (P), le potassium (K) et le chlore (Cl) totaux, suivant NF EN 11885
- le cuivre (Cu) et le zinc (Zn) totaux, par ICP-AES

Le chlore est utilisé comme traceur pour déterminer les pertes d'eau par évaporation. La durée d'expérimentation du réacteur s'est étendue sur 97 semaines avec un débit de lisier variant entre 1,4 et $7,9 \text{ m}^3 \cdot \text{j}^{-1}$. Les 32 dernières semaines ont été consacrées à une campagne de mesure spécifique commanditée par l'Agence de l'eau Loire-Bretagne et réalisée par un institut de recherche indépendant. Pour cette campagne, le débit d'alimentation du réacteur a été maintenu entre 5 et $7,5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ en vue d'établir ses performances au régime nominal.

2.4 Calculs d'abattement

Les performances du réacteur sont appréciées à travers des bilans massiques sur les différents éléments au pas de temps hebdomadaire. Les débits de lisier sont relevés chaque jour ainsi que les masses de paille et

de fumier qui sont ensuite lissées au pas de temps de 7 jours. Les mesures et analyses sur le flux liquide sont les plus fiables car moins sujettes aux problèmes d'échantillonnage que celles sur le flux de solides. L'abattement des facteurs de pollution du lisier (A) est donc calculé sur le flux liquide suivant l'équation générale :

$$A = \frac{Q_e.C_e - Q_s.C_s}{Q_e.C_e} \quad (1)$$

avec Q_e et Q_s , débits d'entrée et sortie et C_e et C_s , concentrations en entrée et sortie du réacteur. Compte tenu des imprécisions, l'écart du bilan massique d'un élément (Δ) est donné par :

$$\Delta = \frac{Q_e.C_e + P.C_p - F.C_f - Q_s.C_s}{Q_e.C_e} \quad (2)$$

avec F et P , débits de fumier et de paille et C_f et C_p , les concentrations de l'élément dans le fumier et dans la paille. En substituant l'équation (2) dans l'équation (1) et en tenant compte du bilan massique général, on déduit l'abattement moyen (\tilde{A}) suivant :

$$\tilde{A} = A + \Delta/2 \quad (3)$$

Pour MES et DCO, dont les teneurs ne sont pas mesurées sur les flux solides, l'abattement est calculé suivant l'équation (1).

3. Résultats et discussion

3.1 Fonctionnement général du réacteur

Sur 97 semaines, l'écart du bilan massique entrée/sortie est de 5,1% pour des quantités totales de lisier et paille traitées de respectivement $3211 \pm 2 \text{ m}^3$ et $63,5 \pm 0,4$ tonnes, avec une évaporation d'eau calculée qui correspond à 2,8% du débit de lisier en entrée. Pour une gamme de débits d'entrée testée de 1,5 à $8 \text{ m}^3 \cdot \text{j}^{-1}$, on observe sur la figure 2 une corrélation linéaire entre ce débit et le débit de sortie ($r^2 = 0,95$) avec un rapport Q_s/Q_e de $0,83 \pm 0,02$.

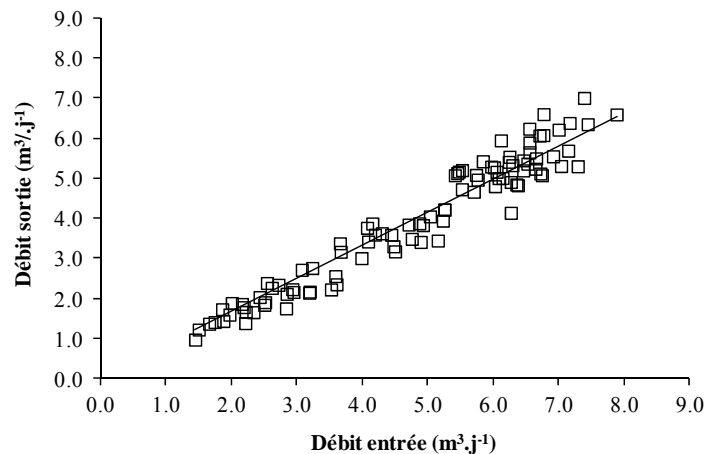


Figure 2. Relation entre les débits d'entrée et sortie du réacteur de filtration

Le mouvement de la phase solide à l'intérieur du réacteur est illustré figure 3 en utilisant les résultats d'un modèle d'accumulation-vidange basé sur un bilan différentiel borné entre les masses de matière sèche de paille en entrée et de fumier en sortie. Le mouvement est de type compression-détente avec une alternance de phases d'accumulation de matière dans le réacteur puis de vidange plus ou moins prononcée. Les valeurs positives du différentiel correspondent à une compression excessive de la phase solide qui a surtout été observée au départ pour de faibles débits de lisier à traiter et donc des chargements de paille peu fréquents. Les valeurs négatives correspondent à une vidange excessive de fumier provoquant un garnissage incomplet du réacteur avec des risques de passage préférentiel. On observera que le fonctionnement était bien stabilisé lors de la campagne de mesures au régime nominal (à partir du 455^{ème} jour).

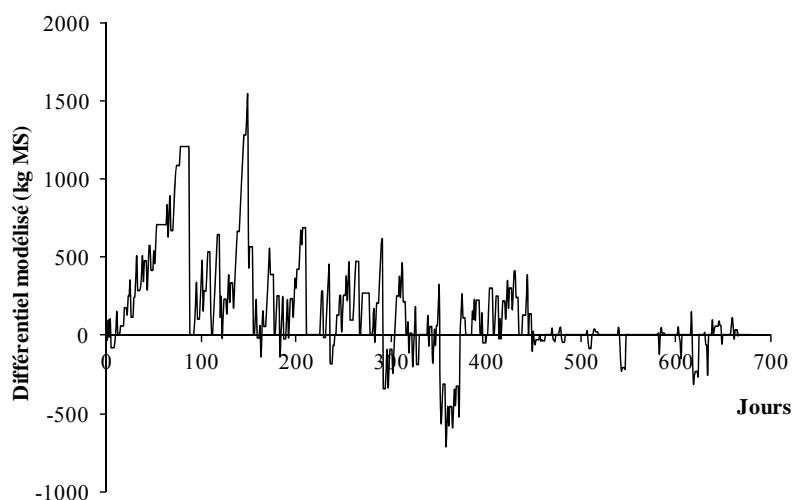
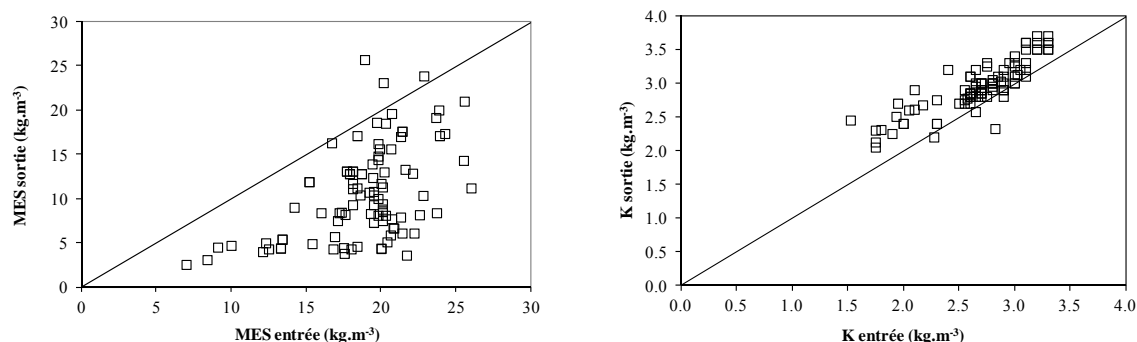


Figure 3. Modélisation du transport de la phase solide dans le réacteur

Sur les figures 4 et 5, on observe que la concentration en MES en sortie semble indépendante de la concentration à l'entrée, contrairement à celle de K qui est réputé comme peu affecté par la filtration. L'analyse de corrélation confirme que l'efficacité de filtration est indépendante de la concentration en entrée pour tous les paramètres mesurés sauf K. Ceci traduirait une cinétique apparente linéaire des processus d'impaction et interception qui sont principalement en jeu dans la filtration des particules de taille importante (Liu et al., 2006). En réacteur tubulaire horizontal, la décantation complète ces processus comme l'ont montré les prélèvements de boue d'une siccité supérieure à 13% en partie basse. Les remontées de boue lors des opérations de chargement de paille et évacuation du fumier expliquent la dispersion importante des concentrations en sortie de réacteur. Pour pallier ce problème lors de la campagne de mesures au régime nominal, une phase de « tranquillisation » a été maintenue avant de reprendre l'alimentation du réacteur.



Figures 4 et 5. Relations entre les concentrations en MES et en DCO en entrée et sortie du réacteur

3.2 Performances au régime nominal

Sur les 32 semaines de suivi, l'écart du bilan massique entrée/sortie est de 1,6% pour $1467 \pm 1 \text{ m}^3$ de lisier et $24,6 \pm 0,2$ tonnes de paille en entrée. L'évaporation d'eau calculée correspond à 3,2% du débit d'entrée. La consommation de paille pour la filtration du lisier s'établit donc à $16,8 \pm 0,2 \text{ kg.m}^{-3}$ et la production spécifique de fumier est de $119 \pm 1,0 \text{ kg.m}^{-3}$ lisier. Le rapport entre les quantités de fumier produit et de paille consommée est de $7,1 \pm 0,3 \text{ kg.kg}^{-1}$. L'écart du bilan massique et l'abattement moyen des principaux facteurs de pollution sont donnés dans le tableau 1.

Tableau 1. Ecart du bilan massique et abattements moyens au régime nominal du réacteur.

| Caractéristiques | Entrée | Sortie | Δ (%) | \bar{A} (%) |
|---|-----------------|-----------------|--------------|---------------|
| Débit lisier ($\text{m}^3 \cdot \text{j}^{-1}$) | $6,3 \pm 0,5$ | $5,4 \pm 0,6$ | 1,6 | 15,8 |
| MS ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) | $30,8 \pm 3,2$ | $25,7 \pm 5,7$ | 12,8 | 35,5 |
| MES ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) | $17,8 \pm 2,3$ | $11,4 \pm 5,1$ | - | 45,7 |
| DCO ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) | $31,7 \pm 4,7$ | $26,5 \pm 6,3$ | - | 28,8 |
| Nt ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) | $3,62 \pm 0,39$ | $3,37 \pm 0,42$ | 5,1 | 23,4 |
| P ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) | $0,95 \pm 0,13$ | $0,57 \pm 0,22$ | 10,1 | 53,6 |
| K ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) | $2,65 \pm 0,27$ | $2,89 \pm 0,23$ | 0,9 | 7,7 |
| Cu ($\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$) | $23,0 \pm 4,4$ | $19,3 \pm 4,4$ | 4,0 | 30,4 |
| Zn ($\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$) | $52,4 \pm 10,6$ | $40,1 \pm 11,0$ | 7,0 | 38,5 |

L'abattement de 35,5% mesuré sur la MS est similaire à celui constaté par Zhang et Lorimor (2000) lors de la filtration en colonne d'un lisier similaire sur de la paille d'orge (30,6 à 42,2%). Par rapport à des équipements classiques de séparation liquide-solide utilisés en exploitation d'élevage avec des diamètres de pores de 0,5 à 3 mm (Moller et al., 2000), l'abattement sur la MS est supérieur à celui mesuré sur des vis presseuses avec un lisier pourtant 2 fois plus concentré. Sur le P, l'abattement est supérieur à celui mesuré sur tous les équipements testés (16 à 42%), à l'exception de la centrifugeuse.

Comme le montre la figure 6 qui illustre la répartition des éléments entre le fumier et le lisier filtré, ce sont essentiellement P, Cu et Zn qui sont retenus dans le lit pailleux. P et dans une moindre mesure, Cu et Zn, sont essentiellement présents sous forme particulaire dans le lisier alors que K est très soluble (Hjorth et al., 2010). Pour Nt, seule la part organique est présente sous forme particulaire dans le lisier et elle ne représentait dans notre cas que 30% de Nt, ce qui explique le faible abattement obtenu.

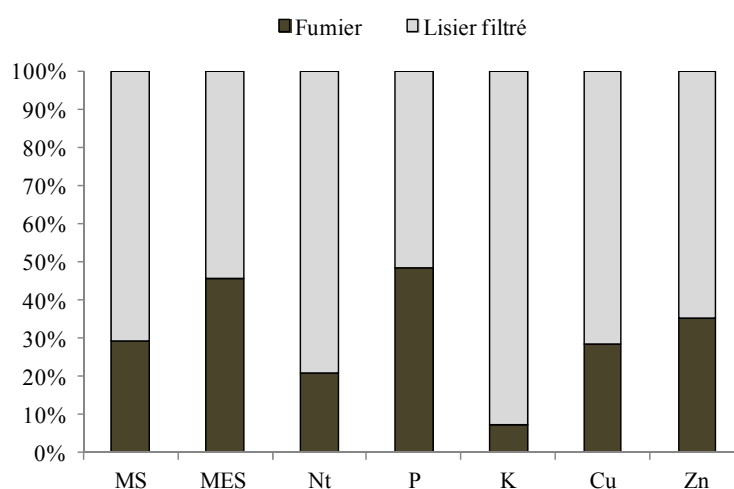


Figure 6. Répartition des éléments entre le fumier et le lisier filtré

Le fumier produit est très humide avec un taux de MO de 76% par rapport à la MS, un rapport C/N de 10 et une formulation N-P-K de type 6-3-3, ce qui le destinerait à un épandage direct plutôt qu'à un compostage. Dans cette hypothèse, les concentrations en Cu et Zn du fumier resteraient bien en deçà des teneurs limites pour l'épandage. Avec un rapport DCO/Nt de 8, le lisier filtré est compatible avec l'étape suivante de nitrification-dénitrification biologique et permet d'envisager une élimination complète de l'azote (Henze et al., 1996).

4. Conclusions

La filtration en réacteur garni de paille permet un prétraitement efficace du lisier de porcs tamisé avec un abattement notable des trois facteurs de pollution que sont le phosphore, le cuivre et le zinc. Les concentrations en azote et en matière organique sont diminuées dans une moindre mesure et le lisier filtré peut ainsi subir un post-traitement par nitrification-dénitrification biologique. Le renouvellement

séquentiel du lit pailleux conduit à la production d'un fumier dont les caractéristiques agronomiques le rendent propice à un épandage sur les sols cultivés. Cette valorisation agricole conjointe de la matière organique du lisier et de la paille est particulièrement bienvenue dans le contexte actuel de réduction de la teneur en matière organique des sols.

Le réacteur de filtration a été breveté sous l'appellation « Procédé de filtration d'un effluent à travers un substrat cellulosique de type paille » (INPI n°01 00386) et il constitue le maillon central d'un système dénommé Agrifiltre® qui a été validé par l'Agence de l'eau Loire-Bretagne pour le traitement du lisier de porcs.

Remerciements

Nous remercions MM. L. Jubin et F. Lesguillier pour leur contribution à ce travail, ainsi que MM. Y. Hurvois et J. Coillard pour la supervision de la campagne de mesures au régime nominal.

Références

- Burton C.H., 2007, The potential contribution of separation technologies to the management of livestock manure. *Livestock Science* 112, 208–216.
- Burton C.H., Turner C., 2003, *Manure management : treatment strategies for sustainable agriculture*, 2nd edition, Silsoe Research Institute, Wrest Park, Silsoe, Bedford.
- Cukjati N., Zupancic G.D., Ros M., Grilc V., 2012, Composting of anaerobic sludge : an economically feasible element of a sustainable sewage sludge management. *Journal of Env. Manag.* 106, 48-55.
- Elmaleh S., Elyaman F., Farinet J.L., Forest F. 1992. Hydrodynamique et cinétique de méthanisation en réacteur séquentiel. *Entropie* 168, 21-25
- Elmaleh S. et Farinet J.L., 1995, Epuration par réacteur anaérobie à lit fibreux séquentiellement transporté. *Récents Progrès en Génie des Procédés* 9 (44).
- FAO, media centre, 2011, Global soil partnership for food security launched at FAO. <http://www.fao.org/news/story/en/item/89277/icode/> (accessed January 2013).
- Gitton C., Hurvois Y., 1999. La place du traitement dans la gestion des excédents structurels d'effluents d'élevage. *Ingénieries - E A T*, 19, 31-41.
- Henze M., Harremoës P., la Cour Jansen J., Arvin E., 1996. *Wastewater treatment, biological and chemical processes*. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Hjorth M., Christensen K.V., Christensen M.L., Sommer S.G., 2010, Solid-liquid separation of animal slurry in theory and practice. A review. *Agron. For Sustain. Dev.* 30 (1), 153-180.
- Kelessidis A., Stasinakis A.S., 2012, Comparative study of the methods used for treatment and final disposal of sewage sludge in European countries. *Waste Management* 32 (6), 1186-1195.
- Liu L., Xu Z., Song C., Gu Q., Sang Y., Lu G., Hu H., Li F., 2006, Adsorption-filtration characteristics of melt-blown polypropylene fiber in purification of reclaimed water. *Desalination* 201, 198–206.
- Moller H.B., Lund I., Sommer H.G., 2000, Solid-liquid separation of livestock slurry: efficiency and cost. *Bioresource Technology*, 74 (3), 223-229.
- Riahi K., Ben Mammou A., Ben Thayer B., 2009, Date-palm fibers media filters as a potential technology for tertiary domestic wastewater treatment. *Journal of Hazardous Materials* 161 (2–3), 608-613.
- Watkins G., Husgafvel R., Paavola IL., 2013, Industrial residues - Is recycling now more straightforward ? *Waste Management* 33 (1), 1-2.
- Zhang M. et Lorimor J.C., 2000, Manure solids separation by filtration with four crop residues. *Transactions of the ASAE* 43 (4), 981-985.

Filtration in a reactor with a partially renewable fibrous bed.

FARINET Jean Luc^{a*}, GUYONVARCH Alain^b, FOREST Francis^a

^a CIRAD UR Recyclage et risque

TA B-78/01, Avenue d'Agropolis, F34398 Montpellier cedex 05

^b INVIVO NSA

Talhouet, BP 234, F56006 Vannes cedex

* Authors(s) to whom the correspondence should be sent : jean-luc.farinet@cirad.fr

Abstract

Filtration in fibrous bed reactor aims to use lignocellulosic waste to ensure a mechanical filtration as a first stage of effluent treatment. The horizontal cylindrical reactor is equipped with mechanical devices for partial renewal of fibrous bed in order to avoid clogging. The particular application of the reactor for pig slurry filtration on a wheat straw bed has been studied in a pilot-scale plant. The filtration efficiency on suspended matter is independent of the inlet concentration which would indicate a linear kinetic of retention processes. At rated flow, the consumption of straw and the production of manure were respectively 16.8 ± 0.2 and $119 \pm 1.0 \text{ kg.m}^{-3}$ slurry. The average reduction of the main pollution factors is 28.8% for COD, 23.4% for nitrogen, 53.6% for phosphorus, 30.4% for copper and 38.5 % for zinc. The filtered slurry should further be treated by biological nitrification-denitrification. With a C/N ratio of 10 and a 6-3-3 NPK formulation, the manure can be spread directly on agricultural soils.

Keywords : pig slurry, straw, filtration, manure, pollutants